

**PHOTOELECTRIC SMOKE SENSOR**

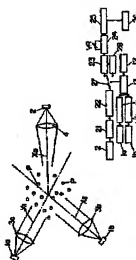
Publication number: JP4260197  
Publication date: 1992-09-16  
Inventor: HIRONO ATSUYUKI; KANBE YOSHIKI  
Applicant: MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD  
Classification:  
- International: G01N21/53; G08B17/107; G01N21/47; G08B17/103;  
(IPC-1:7) G01N21/53; G08B17/107  
- European:  
Application number: JP19910021278 19910215  
Priority number(s): JP19910021278 19910215

Report a data error here

**Abstract of JP4260197**

**PURPOSE:** To improve temperature characteristic and to offer a sensor at a comparatively low cost by comprising the sensor so as to be able to identify the grain diameter of a smoke grain by scattered light, and preparing only one light receiving means.

**CONSTITUTION:** Two light emitting elements 1a, 1b which irradiate light are provided on monitoring space. Also, a light receiving element which receives the scattered light for irradiation light from the light emitting elements 1a, 1b is provided. The light emitting elements 1a, 1b are arranged so that optical axes X1, X2 can make prescribed angles for the optical axis X0 of the light receiving element 2, respectively. The output of the light receiving element 2 is inputted selectively to a memory circuit 28 and a subtraction circuit 23 via a switching element 27 after applying logarithmic amplification at a logarithmic amplifier circuit 22. The switching element 27 inputs the output of the logarithmic amplifier circuit 22 to the memory circuit 28 when the light emitting element 1a on one side is put on, and to the subtraction circuit 23 when the light emitting element 1b on the other side is put on. The subtraction circuit 23 finds difference between the storage value of the memory circuit 28 and an input value, and a comparator 24 decides the size of the difference.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

特開平4-260197

(43) 公開日 平成4年(1992)9月16日

(51) Int. Cl. <sup>5</sup>	識別記号	片内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 8 B 17/107	B	7319-5G		
G 0 1 N 21/53	B	7370-2J		

審査請求 未請求 請求項の数4(全7頁)

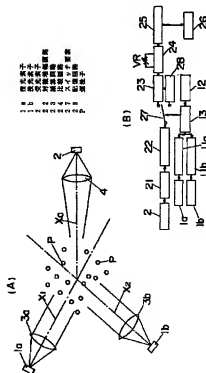
(21) 出願番号	特願平3-21278	(71) 出願人	000005832 松下電工株式会社 大阪府門真市大字門真1048番地
(22) 出願日	平成3年(1991)2月15日	(72) 発明者	広野 淳之 大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内
		(72) 発明者	神戸 祥明 大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 石田 長七 (外2名)

## (54) 【発明の名称】 光電式煙感知器

## (57) 【要約】

【目的】 散乱光によって煙粒子の粒径を識別できるように構成し、かつ、受光手段を1つにすることによって、温度特性を向上させ、比較的安価に提供する。

【構成】 監視空間に光を照射する2個の投光素子1a, 1bを設ける。また、投光素子1a, 1bからの照射光に対する散乱光を受光する受光素子2を設ける。投光素子1a, 1bは、光軸 $X_1, X_2$ が受光素子2の光軸 $X_0$ に対してそれぞれ所定の角度をなすように配置する。受光素子2の出力を、対数増幅回路22で対数増幅した後、スイッチ要素27を通して記憶回路28と減算回路23とに選択的に入力する。スイッチ要素27は、対数増幅回路22の出力を、一方の投光素子1aが点灯しているときには記憶回路28に入力し、他方の投光素子1bが点灯しているときには減算回路23に入力する。減算回路23は、記憶回路28の記憶値と入力値との差を求め、比較回路24ではその差の大きさを判定する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 監視空間に光を照射する複数個の投光手段と、監視空間内に煙粒子が存在するときに生じる散乱光を受光する受光手段と、受光手段から出力される受光信号に基づいて監視空間内の煙粒子の存否を判定する受光信号処理手段と、各投光手段から監視空間に対して互いに異なる時刻に光が照射されるように各投光手段の発光タイミングを設定する発光制御手段とを備え、各投光手段は、光軸が受光手段の光軸に対してそれぞれ所定の角度をなすように配置され、受光信号処理手段は、各投光手段から監視空間に照射される光に対する散乱光の受光手段による受光強度の比を求める比演算部と、求めた比に基づいて煙粒子の存否を判定する判定部とを備えて成ることを特徴とする光電式煙感知器。

【請求項2】 投光手段は2個設けられ、比演算部は、受光信号を対数増幅する対数増幅回路と、対数増幅回路の出力を記憶する記憶回路と、対数増幅回路の出力と記憶回路の記憶値との差を出力する減算回路と、発光制御手段による各投光手段の発光タイミングに同期して一方の投光手段の発光時に対数増幅回路の出力を記憶回路に入れ、他方の投光手段の発光時に対数増幅回路の出力を減算回路に入力するように切り換えるスイッチ要素とを備えて成ることを特徴とする請求項1記載の光電式煙感知器。

【請求項3】 各投光手段の光軸と受光手段の光軸との各交点から各投光手段までの距離が、各投光手段ごとに異なるように各投光手段を配置して成ることを特徴とする請求項1または請求項2記載の光電式煙感知器。

【請求項4】 各投光手段より監視空間に照射される光の波長がそれぞれ異なることを特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の光電式煙感知器。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、建物内外で火災時などに発生する煙を検知する光電式煙感知器に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来より、煙感知器として煙粒子による光の散乱を利用した光電式煙感知器が提供されている（特開昭56-147294号公報、実開昭58-171591号公報、特開昭60-109189号公報、実開昭60-13449号公報、実開昭62-20358号公報等参照）。すなわち、図12に示すように、投光素子1と受光素子2とを光軸が交差するように配置し、投光素子1から監視空間に照射された光の煙粒子Pによる散乱光を受光素子2で受光するように構成したものである。このように構成された光電式煙感知器では、監視空間に煙粒子Pが存在すれば散乱光が生じることによって受光素子2での受光量が増大するから、受光素子2での受光量の大小に応じて煙粒子3の存否を検知できるのである。

である。

【0003】 また、本発明者らは図13に示すように、1個の投光素子1に対して複数個の受光素子2a、2bを設けたものを提案している。この構成は、散乱光の強度の角度分布が煙粒子Pの粒径に依存するという理論に基づくものであり、複数の受光素子2a、2bを設けたことによって煙粒子Pの粒径を判定し、異なる粒径を有した微粒子との識別をすることができる。この構成では、図14に示すように、発光素子1を駆動回路11によって駆動し、図15に示すように間欠的に発光させるようになっており、各受光素子2a、2bから出力される受光信号を受光回路21a、21bで電圧出力に変換した後、対数増幅回路22a、22bで対数増幅するようになっている。すなわち、2個の受光素子2a、2bから出力される受光信号を対数増幅した後に、減算回路23によって両対数増幅回路22a、22bの出力の差を求めることにより、両受光素子2a、2bによる受光強度の比を求めるのである。減算回路23による演算は、発光素子1の各発光毎に同期するように、発振回路12および論理回路13よりなる発光制御手段によって制御され、減算回路23による演算結果は、比較回路24よりなる判定手段に入力されて受光強度の比が所定値と比較されるようになっている。このようにして得られた比較回路24による判定結果に基づき、信号処理回路25を通して出力回路26を動作させるのである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 上述した前者の構成では、受光素子2による受光量の大小に基づいて煙粒子Pの存否を判定するものであるから、監視空間に侵入した虫による反射光や水蒸気等の他の微粒子による散乱光と、煙粒子による散乱光との識別ができないものであり、誤認が生じ易いという問題がある。また感知器の内部で生じる反射光が受光素子2に常時入射しているものであるから、暗雑音が多くなり信号対雑音比を大きくとることができず、ノイズマージンが小さいという問題がある。

【0005】 これに対して、後者の構成では、煙粒子Pの粒径を判定しているから、虫による反射光や他の微粒子による散乱光との識別ができ、しかも、散乱光の強度の角度分布に基づいて煙粒子Pの存否の判定を行うから、暗雑音による影響がほとんどないのであって、前者の構成の欠点はほぼ解消されることになる。一方、複数個の受光素子2a、2bを用いるものであるから、受光回路21a、21bや対数増幅回路22a、22bも受光素子2a、2bと同数必要になるものである。しかしながら、受光強度の比を正確に求めるために対数増幅器22a、22bの温度特性などを揃えるのは非常に困難であるという問題がある。また、散乱光の受光強度は非常に小さいものであり、たとえば受光素子2a、2bとして一般的なフォトダイオードを用いている場合には、

検知すべき最低量の散乱光に対しては数pA程度の出力電流しか得られないものである。すなわち、受光素子2a, 2bの出力電流は微小であるから、受光回路21a, 21bを低ノイズに設計する必要がある。複数の受光回路21a, 21bを設けるとコスト高につながるという問題が生じる。

【0006】本発明は上記問題の解決を目的とするものであり、散乱光によって煙粒子の粒径を識別することにより、水蒸気等の煙以外の微粒子による散乱光や虫等による反射光での誤検知を防止するとともに、感知器の内部での反射光による暗雑音の影響を低減してノイズマージンが大きく取れるようにし、しかも、受光手段を1つにすることによって、温度特性がよく、比較的低コストである光電式煙感知器を提供しようとするものである。

#### 【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1では、監視空間に光を照射する複数の投光手段と、監視空間内に煙粒子が存在するときに生じる散乱光を受光する受光手段と、受光手段から出力される受光信号に基づいて監視空間内の煙粒子の存在を判定する受光信号処理手段と、各投光手段から監視空間に対して互いに異なる時刻に光が照射されるように各投光手段の発光タイミングを設定する発光制御手段とを備え、各投光手段は、光軸が受光手段の光軸に対してそれぞれ所定の角度をなすように配置され、受光信号処理手段は、各投光手段から監視空間に照射される光に対する散乱光の受光手段による受光強度の比を求める比演算部と、求めた比に基づいて煙粒子の存在を判定する判定部とを備えているのである。

【0008】請求項2では、投光手段は2個設けられ、比演算部は、受光信号を対数増幅する対数増幅回路と、対数増幅回路の出力を記憶する記憶回路と、対数増幅回路の出力と記憶回路の記憶値との差を出力する減算回路と、発光制御手段による各投光手段の発光タイミングに同期して一方の投光手段の発光時に対数増幅回路の出力を記憶回路に入力し、他方の投光手段の発光時に対数増幅回路の出力を減算回路に入力するように切り換えるスイッチ素子とを備えているのである。

【0009】請求項3では、各投光手段の光軸と受光手段の光軸との各交点から各投光手段までの距離が、各投光手段ごとに異なるように各投光手段を配置しているのである。請求項4では、各投光手段より監視空間に照射される光の波長がそれぞれ異なるように設定してある。

#### 【0010】

【作用】請求項1の構成によれば、煙粒子による散乱光の強度の角度分布に基づいて煙粒子の粒径を求め、粒径が所定の範囲以内であるときに煙粒子が存在すると判断することができるから、散乱光を生じている煙粒子の粒径が反映されることになり、煙粒子以外の微粒子による散乱光や他の物体による反射光と、煙粒子による散乱光

とを識別できるようになり、誤検知を防止することができるのである。また、散乱光の強度の角度分布によって粒径を判定するから、受光強度の比を求めることができるばいのものであって、感知器の内部で生じる反射光などによる暗雑音の影響を受けにくく、ノイズマージンが大きく取れるのである。さらに、受光手段は1つであるから、受光信号の増幅などを行う回路を複数設ける必要がないのであって、複数系統の回路の温度特性を揃えたり、低ノイズの回路を複数用いたりすることによるコスト増が抑制されるのである。

【0011】請求項2の構成は、望ましい実施態様であって、この構成によれば、対数増幅回路が1つになるから、従来のように複数の対数増幅回路の温度特性を揃える必要がなく、設計が容易になるのである。請求項3の構成では、各投光手段の光軸と受光手段の光軸との交点までの距離を各投光手段ごとに異なるように設定しているのであって、各投光手段から照射された光の散乱光が受光手段に対してほぼ同じ強度で入射するように距離を設定しておけば、受光信号処理回路のゲインミックスを小さくすることができるのであり、設計が容易になるのである。請求項4の構成では、各投光手段からの照射光の波長を異ならせているので、各投光手段の光軸と受光手段の光軸との交差角度を別々に設定することなく、粒径を判定できることになる。

#### 【0012】

【実施例】（原理）構成を具体的に説明する前に、本発明の原理について説明する。本発明は、微粒子による散乱光の強度の角度分布が、照射光の波長および微粒子の粒径に依存するというMieの散乱理論に基づいてなされている。ここで、パラメータが2個あると扱いにくいので、照射光の波長 $\lambda$ と、微粒子の粒径Dとを折り込んだ粒径パラメータ $\alpha$ を、 $\alpha = \pi D / \lambda$ と定義して1つのパラメータで議論できるようにする。

【0013】このようにして定義した粒径パラメータ $\alpha$ を0.3、2、5、10と設定した場合の散乱光の強度の角度分布は、それぞれ図3ないし図6のようになる。ただし、粒子は水であって屈折率を1.33としている。また、図中の実線は投光手段の光軸と受光手段の光軸とを含む平面に垂直な方向の偏光成分のみの強度を示し、破線は上記平面に平行な方向の偏光成分のみの強度を示したものである。受光手段の前に偏光フィルタのような偏光成分を抽出する手段を設けない場合には、偏光方向を考慮する必要がなく、破線と実線との平均値が散乱光の強度分布になる。

【0014】また、偏光方向を考慮しない場合において投光手段の光軸に対する受光手段の光軸がなす角度が45度である位置と135度である位置との散乱光の強度の比と、粒径パラメータとの関係を図7に示す。ここに、粒子は水であって屈折率 $m$ を1.33としている。また、屈折率が異なる場合 ( $m=1.44, m=1.5$

5) について、 $m=1$ 、33の場合と対比できるように、図8に示している。

【0015】さらに、図9には、投光手段の光軸に対する受光手段の光軸のなす角度が20度と50度である場合の強度の比と、粒径パラメータとの関係を示し、図10には、20度と60度である場合の強度の比と、粒径パラメータとの関係を示している。図9および図10では、いろいろな屈折率についての関係を示してあり、屈折率が変わってもほぼ同じ傾向を示すことがわかる。

【0016】いま、粒径パラメータを4とすれば、照射光の波長が0.9  $\mu\text{m}$ であるときには、粒径パラメータの定義式によって、粒径は1.14  $\mu\text{m}$ になり、また、光通信分野において近年用いられている波長1.55  $\mu\text{m}$ の投光素子によって照射光を得るようにすれば、粒径は1.97  $\mu\text{m}$ になる。煙粒子の粒径は0.1~1  $\mu\text{m}$ であるから、粒径パラメータを適宜設定し、2箇所で検知した散乱光の強度の比を求めれば、煙粒子と他の粒子との識別ができるのである。

【0017】(実施例1) 図1(A)に本実施例の光学系の構成を示す。投光手段は2個設けられ、それぞれ投光素子1a、1bと投光レンズ3a、3bとにより構成される。投光素子1a、1bには、発光ダイオード、半導体レーザ、キセノンランプ等が用いられる。投光素子3a、3bは集光レンズである。投光素子1a、1bからの照射光を煙粒子Pが導入される監視空間に導く。監視空間に存在する煙粒子Pによって生じる散乱光は受光手段に入射する。受光手段は、集光レンズである受光レンズ4と受光素子2とからなる。受光素子2には、フォトランジスタ、フォトダイオード、フォトダイオードと受光信号処理回路が一体化された集積回路等が用いられる。ここに、各投光手段の光軸 $X_1$ 、 $X_2$ と受光手段の光軸 $X_0$ とは所定の角度をなすように配置される。

【0018】各投光素子1a、1bは、それぞれ図2に示すように、間欠的に発光するよう発光タイミングが設定されている(aは投光素子1aの発光タイミング、bは投光素子1bの発光タイミングを示す)。すなわち、図1(B)に示すように、発振回路12より出力されるパルスを論理回路13に入力して図2のような2系統のタイミングパルスを生産するのであって、発振回路12と論理回路13とにより発光タイミング制御手段が構成される。各タイミングパルスは、駆動回路11a、11bを通してそれぞれ投光素子1a、1bに入力される。

【0019】一方、受光素子2から出力される受光信号は、受光信号処理手段によって処理される。受光信号処理手段では、受光信号を受光回路21において受光量に対応した電圧出力に変換した後、対数増幅回路22によって対数増幅する。対数増幅回路22の出力は、論理回路13より出力されるタイミングパルスによって制御さ

れるスイッチ要素27を通して減算回路23と記憶回路28とに選択的に入力される。たとえば、投光素子1aが点灯しているときには、対数増幅回路22の出力を記憶回路28に入力して記憶保持するようにし、投光素子1bが点灯しているときには、対数増幅回路22の出力を減算回路23に入力するのである。減算回路23では、対数増幅回路22の出力が入力されている期間に、記憶回路28の記憶値との差を演算して出力する。また、記憶回路28では次の値が入力されると、前の値は消去されるようになっている。このようにして得られた減算回路23の出力値は、各投光素子1a、1bが点灯していたときの受光素子2での受光強度の比の対数になる。すなわち、対数増幅回路22、減算回路23、スイッチ要素27、記憶回路28により、受光量の比を求める比演算部が構成されるのである。ここにおいて、スイッチ要素27は、投光素子1a、1bの点灯期間に生じる散乱光のみが受光側で処理されるようにすることによって、外乱光による雑音成分を除去するようにしてある。

【0020】減算回路23の出力は、比較回路24に入力され、減算回路23の出力値が、あらかじめ設定されている所定の範囲内であるかどうか判定される。所定の範囲内であるときには信号処理回路25を介して出力回路26を動作させる。すなわち、比較回路24は監視空間における煙粒子の存在を判定する判定部として機能するのである。ここに、比較回路24の設定値は可変抵抗VRにより調節可能となっている。

【0021】(実施例2) 実施例1の構成では、投光手段の光軸 $X_1$ 、 $X_2$ と、受光手段の光軸 $X_0$ とが1点で交差するようにし、この交点から各投光手段までの距離を等しく設定していたが、図3ないし図6によって明らかのように、光軸 $X_1$ 、 $X_2$ と光軸 $X_0$ との交差角度が小さいほど、受光手段での受光強度が大きくなる傾向がある。2つの交差角度の関係や粒子の粒径にもよるが、粒径パラメータが4であれば、交差角度が20度と50度とのときには、図9に示したように、受光量がほぼ1桁異なることになる。したがって、受光回路21、対数増幅器22などには、広いダイナミックレンジが要求される。

【0022】そこで、図11に示すように、光軸 $X_1$ 、 $X_2$ と光軸 $X_0$ との交差角度の小さい方、この例では受光手段の光軸 $X_0$ に対する交差角度が20度の投光手段1aを交差角度が50度の投光手段1bよりも交点から例えば2倍の距離に遠ざける。このようにすれば、交差角度が20度の投光手段1aに対応する受光素子2での受光量は遠ざける前に比べて1/4に減少する。すなわち、各投光素子1a、1bからの照射光に対する散乱光の受光手段による受光強度がほぼ等しくなるから、受光回路21、対数増幅回路22に対して広いダイナミックレンジが要求されなくなり、回路設計が容易になるので

ある。

【0023】(実施例3)本実施例は、各投光素子1a, 1bからの照射光の波長を異ならせたものであって、両投光手段の光軸 $X_1, X_2$ が受光手段の光軸 $X_0$ に対して異なる角度で配置されていない場合でも、粒子の粒径を求めることが可能になるものである。なお、上記各実施例において、投光手段の光軸 $X_1, X_2$ と受光手段の光軸 $X_0$ とを同一平面上に配置しているが、必ずしも同一平面上に配置する必要はない。

【0024】

【発明の効果】本発明は上述のように、煙粒子による散乱光の強度の角度分布に基づいて煙粒子の粒径を求め、粒径が所定の範囲以内であるときに煙粒子が存在すると判断することができるから、散乱光を生じている煙粒子の粒径が反映されることになり、煙粒子以外の微粒子による散乱光や他の物体による反射光と、煙粒子による散乱光とを識別できるようになり、誤検知を防止することができるという利点を有する。また、散乱光の強度の角度分布によって粒径を判定するから、受光強度の比を求めることができればよいのであって、感知器の内部で生じる反射光などによる暗雑音の影響を受けにくく、ノイズマージンが大きく取れるのである。さらに、受光手段は1つであるから、受光信号の増幅などを行う回路を複数設ける必要がないのであって、複数系統の回路の温度特性を揃えたり、低ノイズの回路を複数用いたりすることによるコスト増が抑制されるという利点がある。

【0025】また、請求項2の構成によれば、対数増幅回路が1つになるから、従来のように複数の対数増幅回路の温度特性を揃える必要がなく、設計が容易になるという利点がある。請求項3の構成では、各投光手段の光軸と受光手段の光軸との交点までの距離を各投光手段ごとに異なるように設定しているのであって、各投光手段から照射された光の散乱光が受光手段に対してほぼ同じ強度で入射するように距離を設定しておけば、受光信号処理回路のダイナミックレンジを小さくすることができ

10

るのであり、設計が容易になるのである請求項4の構成では、各投光手段からの照射光の波長を異ならせているので、各投光手段の光軸と受光手段の光軸との交差角度を別々に設定することなく、粒径を判定できることになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1を示し、(A)は光学系の構成図、(B)はブロック図である。

【図2】実施例1の動作説明図である。

【図3】本発明の原理説明図である。

【図4】本発明の原理説明図である。

【図5】本発明の原理説明図である。

【図6】本発明の原理説明図である。

【図7】本発明の原理説明図である。

【図8】本発明の原理説明図である。

【図9】本発明の原理説明図である。

【図10】本発明の原理説明図である。

【図11】実施例2の光学系の構成図である。

【図12】従来例を示す要部断面図である。

20

【図13】他の従来例を示す光学系の構成図である。

【図14】図13に示した従来例のブロック図である。

【図15】図13に示した従来例の動作説明図である。

【符号の説明】

1a 投光素子

2 受光素子

12 発振回路

13 論理回路

21 受光回路

30

22 対数増幅回路

23 減算回路

24 比較回路

27 スイッチ要素

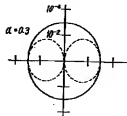
28 記憶回路

P 煙粒子

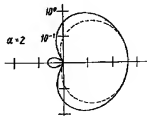
【図2】



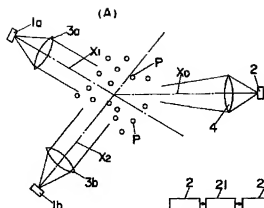
【図3】



【図4】

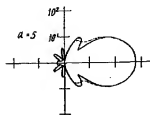


【図1】

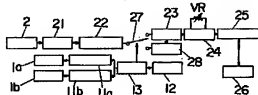


1 a 投光素子  
1 b 投光素子  
2 受光素子  
2 2 対称増幅回路  
2 3 増幅回路  
2 4 比較回路  
2 7 スイッチ素子  
2 8 記憶回路  
P 検光子

【図5】

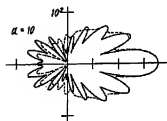


(B)

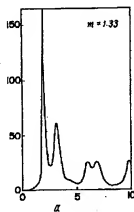


【図15】

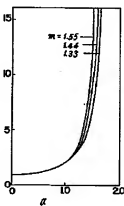
【図6】



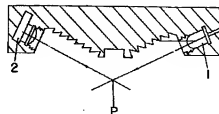
【図7】



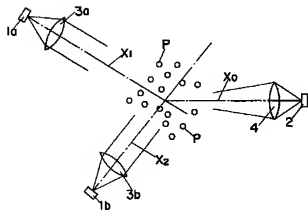
【図8】



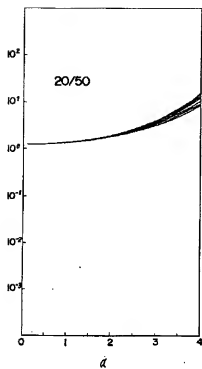
【図12】



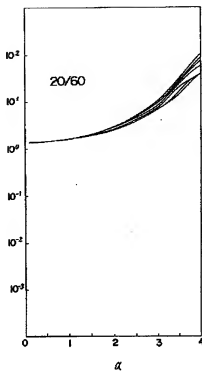
【図11】



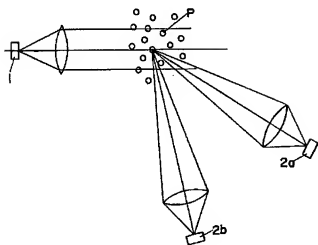
【図9】



【図10】



【図13】



【図14】

